

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-18361

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月22日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 2 K 5/22

11/00

識別記号

F I

H 0 2 K 5/22

11/00

X

C

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平9-160984

(22) 出願日 平成 9 年(1997) 6 月18日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72) 発明者 天池 将

千葉県習志野市東習志野 7 丁目 1 番 1 号

株式会社日立製作所産業機器事業部内

(72) 発明者 妹尾 正治

千葉県習志野市東習志野 7 丁目 1 番 1 号

株式会社日立製作所産業機器事業部内

(72) 発明者 鈴木 利文

千葉県習志野市東習志野 7 丁目 1 番 1 号

株式会社日立製作所産業機器事業部内

(74) 代理人 弁理士 沼形 義彰 (外 1 名)

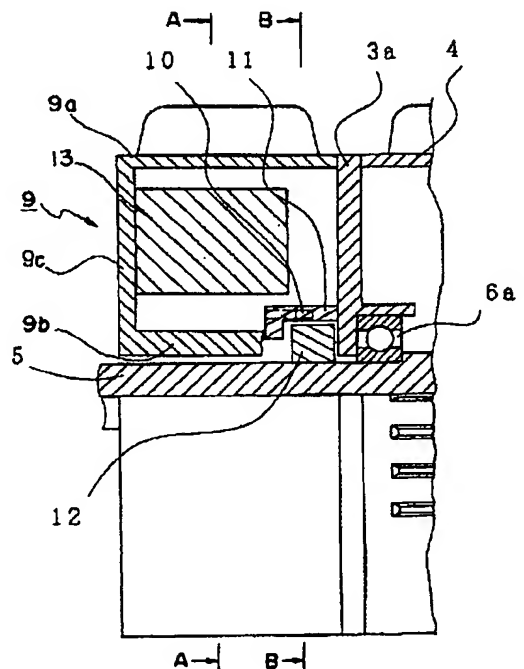
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コントローラー一体型電動機

(57) 【要約】

【課題】 永久磁石式回転子を有するコントローラー一体型電動機において、使用環境に制限されない、信頼性・メンテナンス性に優れた構造を提供する。

【解決手段】 永久磁石式回転子を有するコントローラー一体型電動機において、電動機反負荷側の軸受を支えるエンドブラケット 3 a の反電動機側に、位置検出用磁石 1 2 と、磁石の磁極位置検出用ホール I C 1 0 を含むコントローラ部 1 3 を設け、該コントローラ部 1 3 をケース 9 とホール I C 1 0 の保護および取り付けを目的とする I C ホルダ 1 1 とエンドブラケット 3 a から構成される空間内に収容し、コントローラ部を全閉構造とした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 永久磁石式回転子を有するコントローラ一体型電動機において、電動機反負荷側の軸受を支えるエンドブラケットの反電動機側に、位置検出用磁石と、磁石の磁極位置検出用ホールICを含むコントローラ部を設け、該コントローラ部をケースとホールICの保護および取り付けを目的とするICホルダとエンドブラケットから構成される空間内に収容し、コントローラ部を全閉構造としたことを特徴とするコントローラ一体型電動機。

【請求項2】 コントローラ部を収容したケースをエンドブラケットに着脱自在に、かつ、全閉構造に取り付けたことを特徴とする請求項1記載のコントローラ一体型電動機。

【請求項3】 位置検出用磁石とホールICを外扇とコントローラ部の間に配置し、位置検出することを特徴とする請求項1または請求項2記載のコントローラ一体型電動機。

【請求項4】 位置検出用磁石の取付用溝を回転軸に設け、該溝に位置検出用磁石を取り付け固定することを特徴とする請求項1ないし請求項3のいずれか記載のコントローラ一体型電動機。

【請求項5】 位置検出用磁石を回転軸の段付き部と外扇の間に配置し、位置検出用磁石を外扇と同時に固定することを特徴とする請求項4記載のコントローラ一体型電動機。

【請求項6】 位置検出用磁石の外周を外扇に設けたボスに固定することを特徴とする請求項1または請求項2記載のコントローラ一体型電動機。

【請求項7】 位置検出用磁石を外扇と一体成形したことを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれか記載のコントローラ一体型電動機。

【請求項8】 端子箱をコントローラ部を収容したケースに設けたことを特徴とする請求項1ないし請求項7のいずれか記載のコントローラ一体型電動機。

【請求項9】 永久磁石式回転子を有するコントローラ一体型電動機において、電動機反負荷側の軸受を支えるエンドブラケットの反電動機側に、エンコーダを含むコントローラ部を設け、コントローラ部を収容するケースとエンドブラケットで、コントローラ部を完全に密閉した構造としたことを特徴とするコントローラ一体型電動機。

【請求項10】 コントローラを一体に設けたコントローラ一体型誘導電動機において、電動機反負荷側の軸受を支えるエンドブラケットの反電動機側に、位置検出用磁石と、磁石の磁極位置検出用ホールICを含むインバータ部を設け、位置検出用ホールICを回転数検出に用い、該インバータ部をケースとホールICの保護および取り付けを目的とするICホルダとエンドブラケット内に収容し、コントローラ部を全閉構造としたことを特徴

とするインバータ一体型誘導電動機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、コントローラを本体に一体に設けた永久磁石式回転子を有するコントローラ一体型電動機にかかり、特に位置検出機構を備えた電動機に関する。さらに、本発明はインバータを本体に一体に設けたインバータ一体型誘導電動機に関する。

## 【0002】

10 【従来の技術】 図13を用いて、位置検出機構を備えた電動機とコントローラにより構成される一般的な電動機制御システムの構成を説明する。永久磁石式回転子を有する電動機16は、コンパクタ部17とインバータ部18から成るコントローラ部15と位置検出機構19を有する制御手段によって制御され、位置検出機構19が検出した回転子の回転位置信号によってインバータ部18の動作を制御して、電源14から供給される電力を制御し、回転速度が制御される。

20 【0003】 図14を用いて、一般的な永久磁石式回転子を有する電動機の構造を説明する。図14は、コントローラ一体型電動機の側面図であり、上半分を断面図で示している。位置検出機構を備えた永久磁石式回転子を有する電動機は、固定子巻線1aと固定子鉄心1bとで構成されているステータ（固定子）1をほぼ円筒形をしたハウジング4の内側に保持し、このハウジング4の両端にエンドブラケット3a、3bをいろう（嵌め込み）結合させている。この電動機は、ロータ（永久磁石式回転子）2をほぼ中央部に有する回転軸5をステータ1の空間内に挿入し、この回転軸5の両端近傍を、ボールベアリングからなる軸受6a、6bを介してエンドブラケット3a、3bに支持するとともに、位置検出機構19をハウジング4やエンドブラケット3a等に固定させている。また、この電動機は、回転軸5の一方の端部に冷却用の外扇7を取り付けてあり、更に、この外扇7を覆うようにしてエンドカバー8が設けてある。

30 【0004】 このような電動機は、ロータ2の磁極位置を検出するためロータ2の近くに位置検出機構19を設ける必要がある。この位置検出機構19に採用されることの多いホールICは熱に弱いことから、固定子巻線1aから発生する熱によって高温となる電動機内部に設けることができず、開放構造をとる電動機や発熱量の少ない小出力電動機にのみ用途が限定されていた。

40 【0005】 このような問題を解決するために、図15に示すように、ホール素子などを用いずにエンコーダやレゾルバ等の位置検出機構19をハウジング外に設けることが行われている。エンコーダからなる位置検出機構19を備えた永久磁石式回転子を有する電動機は、固定子1をほぼ円筒形をしたハウジング4の内側に保持し、このハウジング4の両端にエンドブラケット3a、3bを結合させている。この電動機は、ロータ2をほぼ中央

部に有する回転軸5をステータ1の空間内に挿入し、この回転軸5の両端近傍を、ボールベアリングからなる軸受6a、6bを介してエンドブラケット3a、3bに支持するとともに、回転軸5の一方の端部には冷却用の外扇7を取り付けてあり、さらに、この外扇7を覆うようにしてエンドカバー8が設けてある。さらに、この電動機は、エンコーダからなる位置検出機構19をエンドカバー8の外側に取り付けるとともに、回転軸5と同軸にエンコーダの回転体の軸を固定している。このようなエンコーダを用いた場合には、前述の熱的な問題は解決されるが、エンコーダからなる位置検出機構19がモータの外に配置されることから、環境の影響を受けやすくなるとともに、位置検出機構19を取り付けるエンドカバー8を丈夫なものとしなければならないという問題がある。

【0006】さらに、上記従来技術による位置検出機構を有する電動機とは、コントローラを別置きとすることから、電動機とコントローラ間の配線数が多くかつ長くなり、配線が複雑であることに加えてノイズを拾いやすくなるという問題を有している。さらに、別置きのコントローラに冷却扇や放熱フィン等の冷却機構が必要となり、大型かつ高価になるという問題がある。

【0007】このような観点から、電動機にコントローラを一体に設けることが考えられるが、この場合、電動機部の寿命よりコントローラ部の寿命の方が短いことを考えると、コントローラ部は修理・交換しやすい構造であることが必要になるが、その構造は複雑なものとなり、使用環境や出力により制限を受けるといった問題がある。また、位置検出機構にホールICを用いると、温度上昇や温度変化の激しい環境では信頼性が低下し、位置検出信号が乱れ磁極の変化と位相差を生じることがあり、使用環境や出力により制限を受けることがある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記問題点に鑑み、永久磁石式回転子を有するコントローラ一体型電動機において使用環境に制限されない全閉構造を採るとともに、信頼性・メンテナンス性に優れたコントローラ一体型電動機を提供することを目的とする。また、本発明は、コントローラ一体型電動機において、位置検出用磁石の配置場所や固定方法等を提案することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的は、電動機とコントローラを一体型とすることによって、配線の数および長さをともに減らすことが可能となり、コントローラを電動機本体と外扇との間に配置し、外扇によって電動機とコントローラを同時に冷却するようにしてコントローラ専用の冷却機構を不要とすることによって達成される。また、上記目的は、電動機部の寿命よりコントローラ部の寿命が短いことを考慮し、位置検出機構をハウジ

ングとエンドブラケットで閉じている電動機部内部から電動機本体と外扇との間に配置したコントローラ部に移し、修理・交換しやすい構造とすることによって達成される。

【0010】さらに、上記目的は、永久磁石式回転子を有するコントローラ一体型電動機において、位置検出機構を電動機部本体と外扇との間に配置したコントローラ部に設けるとともに、コントローラを収容するケースとコントローラの回路部品を搭載したICホルダで、コントローラ部を全閉構造とすることにより達成される。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明によるコントローラ一体型電動機の構成について、図面を用いて詳細に説明する。図1～図4を用いて本発明の第一の実施の形態にかかるコントローラ一体型電動機の構成を説明する。図1は、コントローラ一体型電動機の側面図であり一部断面図で示している。図2は、図1に示したコントローラ一体型電動機の反負荷側エンドブラケット付近の拡大断面図である。図3は図1および図2に示したA-Aでの断面図であり、図4は図1および図2に示したB-Bでの断面図である。このコントローラ一体型電動機は、従来電動機内部に設けられていた位置検出機構をコントローラ部に配置した点に特徴を有している。さらに、このコントローラ一体型電動機は、端子箱を設けたコントローラ部を電動機に一体に設けた点に特徴を有している。

【0012】このコントローラ一体型電動機は、固定子1と永久磁石式ロータ2とエンドブラケット3とアルミニウム等の熱伝導性のよい材料から構成されたハウジング4と軸受6とは、図14で説明した電動機と特に変るところは無い。回転軸5は、反負荷側が延長されその先端近傍に外扇7が固定されている。この電動機の位置検出機構19は、樹脂等の非磁性体材料から構成されるICホルダ11に所定の角度に配置保持された複数のホールIC10a、10b、10cと、回転軸5に固定された位置検出用磁石12とから構成している。位置検出用磁石12は、ロータの永久磁石と所定の関係を有して固定されている。

【0013】コントローラ部はすべてケース9に収容され、エンドブラケット3aにコントローラ部を収容したケース9を取り付けることによって、ケース9とICホルダ11とエンドブラケット3aとでコントローラ部を完全に密閉した構造とした。ケース9をエンドブラケットに取り付ける構造は、例えばケース9の外周に設けた複数の耳部をエンドブラケット3aもしくはハウジング4の外周に設けた複数の耳部にボルトなどを用いて固定することによって着脱自在の構造とされている。

【0014】ケース9は、径の異なる二つの円筒9a、9bの一方の端部を現状の底板9cで閉じた形状とされ、一体に形成されている。内側の円筒9bは、底板9cと反対側の端部近傍にICホルダ11が固定されて円

筒を完成しており、内側の円筒9b内に回転軸5が挿入される。ケース9の外側の円筒9aの外側には、図示を省略した接続箱が設けられている。

【0015】ケース9の外側円筒9aはエンドブラケット3aに、内側円筒9bはICホルダ11に円筒状に結合されて密閉構造とされる。この結合は円筒状結合に限らず、全閉構造を得ることができる結合であればどのような結合方式でも問題ない。また、ICホルダ11は、概ね円筒状に形成されるが、円筒の一部を構成する曲面であってもよく、または別形状であってもよい。結合部にパッキンや塗布剤などを介在させることによって、さらに密閉度の高い構造を得ることができる。

【0016】本構造は、電動機本体の外に延びた回転軸5上に位置検出用磁石12を設けることによって、電動機本体内部にあるロータ2から磁極を検出する必要がなくなり、位置検出機構19を電動機部主発熱体である固定子巻線1a近傍や温度が上昇する電動機部内部からコントローラ部へ移すことが可能となる。さらに、電動機部とコントローラ部を全閉構造にすることで、信頼性が向上し、風雨にさらされたり粉塵等の多い場所でも環境に影響されず使用可能となる。

【0017】図2に示すように、ホールIC10を軸受6a付近に配置してあるが、永久磁石式回転子の場合軸受温度は上昇しないことから特に問題は生じない。また、電動機部とコントローラ部を完全に分離することによって、寿命の短いコントローラ部を容易に取り外すことができ、コントローラ部の修理・交換をスムーズに行うことができ、メンテナンス性を向上させることができる。

【0018】さらに、電動機とコントローラが別置きである場合の前記配線の問題は、電動機とコントローラを一体型とすることによって解消される。一例として電動機が三相の場合、コントローラを別置きとした場合には、電動機駆動用3本、位置検出電源用2本、位置検出信号用3本の計8本の配線を電動機とコントローラ部との間に渡す必要があるが、この実施の形態によれば、位置検出電源用および位置検出信号用配線はコントロール部内で処理されるので、電動機駆動用の3本の配線を電動機とコントローラとの間に渡すだけでよく、配線を簡素化することができる。また、端子箱を電動機部に配置すると、端子箱とコントローラ間にさらに3本の配線が必要となる。

【0019】コントローラ部におけるコントローラ基板の形状および回路部品の配置は、図3に示すように断面がほぼドーナツ状で中心の穴に回転軸が貫通する形状とすることができる。

【0020】図5にコントローラ部の第2の実施の形態を示す。この形態では、ケース9の外側円筒9aの内側の形状を四角形にし、回転軸に対して平行となるように各面に各機能を持ったコントローラ基板13aを配置し

プラグイン構造によって固定することが可能である。

【0021】図6を用いて、本発明の第3の実施の形態にかかるコントローラ一体型電動機の位置検出機構の部分の構造を説明する。図6(A)はコントローラ部の拡大断面図であり、図6(B)はICホルダ11の正面図である。この実施の形態は、位置検出用磁石12を外扇7とコントローラ部の間に、ICホルダ11をケース9の底板9c部分に配置したものであり、他の構成部品は図1に示した形態と変わることがなく、電動機部とコントローラ部を全閉構造とした。ICホルダ11の形状は、図6(B)に示すように図2に示したICホルダ11に比べその一部を欠く形状としてあり、取付穴11aにビスを挿入して内側円筒9bに固定されている。ケース9の内側円筒9bの一部は、底板9cと一体に形成されており、コントローラ部は図1と同様に全閉構造とされる。位置検出用磁石12を外扇7に最も近い場所に配置することによって、ホールIC10を温度上昇や温度変化の少ない良好な環境に置くことができ、熱の影響による誤動作を低減することができ、第1の実施の形態よりさらに信頼性を増すことができる。

【0022】次に、位置検出用磁石12の配置場所や固定方法等について第4の形態を説明する。コントローラ一体型電動機の位置検出機構部の拡大断面図である図7を用いて、回転軸5の一部に溝を設けその溝に位置検出用磁石12を固定した位置検出機構の構成を説明する。この実施の形態では、位置検出用磁石12を回転軸5に設けた溝に固定したので、故障することのない位置検出用磁石12の取り外しを不要とするとともに、位置検出用磁石12が回転軸5の表面から突出しないような構成とし、ICホルダ11の面をケース9の内側円筒9bの面と同一にすることによって、コントローラ部を容易に取り外すことができるようになり、コントローラ部のメンテナンスをスムーズに行うことができるだけでなく、無駄なスペースを省くことができる。また、コントローラ部は全閉構造となるので信頼性を極めて高くすることができる。

【0023】コントローラ一体型電動機の位置検出機構部の拡大断面図である図8を用いて、第5の実施の形態を説明する。この形態では、コントローラ一体型電動機において、位置検出用磁石12を外扇7を回転軸5に取り付けるキー溝5aを用いて取り付け、回転方向を固定する構造としたものである。この実施の形態では、キー溝5aを回転軸の段付き部まで延長し、位置検出用磁石12を前記段付き部と外扇7で軸方向を規制し、キー溝5aを用いて回転方向を固定するとともに、ホールIC10を保持したICホルダ11を、図6に示した構造と同様にケース9の底板9c部に設けたものである。この構造によれば、位置検出用磁石12専用の軸方向止め部品が不要となるだけでなく、位置検出用磁石12と外扇7を同時に着脱可能とすることによって、コントローラ

部のメンテナンスをスムーズに行うことができる。また、ホールIC10を温度上昇や温度変化の少ない良好な環境に置き位置検出を行うので、熱の影響による誤動作を低減させることができ、信頼性を向上させることができる。

【0024】コントローラ一体型電動機の位置検出機構部の拡大断面図である図9を用いて、第6の実施の形態を説明する。この実施の形態は、位置検出用磁石12を外扇7に取り付けたことを特徴としている。この実施の形態は、コントローラ一体型電動機において、外扇7にボスを設け位置検出用磁石12を取り付けており、ホールIC10は、図6、図8に示したと同様な構造で保持されている。このように、外扇7にボスを設け位置検出用磁石12を取り付けることによって、高速運転時の遠心力に対する応力を緩和するだけでなく、強度不足である場合を含め高価な高強度磁石に変更することなく、安価な磁石で対応可能となる。また、位置検出用磁石12と外扇7が一体となることから、コントローラ部のメンテナンスをスムーズに行うことができるだけでなく、ホールIC10を温度上昇、温度変化の少ない良好な環境に置き位置検出を行うため、熱の影響による誤動作を低減させることができ、信頼性を向上させることができる。

【0025】コントローラ一体型電動機の位置検出機構部の拡大断面図である図10を用いて、第7の実施の形態を説明する。この実施の形態は、位置検出用磁石12にフェライトボンド磁石等のプラスチック磁石を用い、外扇と位置検出用磁石を一体に射出成形することによって、位置検出用磁石12と外扇7を一体構造としたものである。この実施の形態では、ホールIC10を図示したように配置し、位置検出用磁石12の側面に着磁された磁極を検出することで、前記実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0026】コントローラ一体型電動機の位置検出機構部の拡大断面図である図11を用いて、第8の実施の形態を説明する。この実施の形態は、位置検出用磁石12と外扇7を図8に示すような形態に一体構造としたもので、前記実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0027】本発明のコントローラ一体型電動機において、位置検出器にエンコーダを用いることによって、サーボ制御などのより高精度な制御を必要とする電動機に本発明を適用することが可能となり、同様の効果を得ることができる。この第9の実施の形態を図12を用いて説明する。この実施の形態は、位置検出機構を、回転軸5に固定され多数のスリットを外周部に等間隔に設けた円板20とフォトダイオード21aとフォトトランジスタ21bを保持した光学検出器ホルダ19からなるエンコーダによって構成した。

【0028】また、以上説明したコントローラ一体型電動機において、位置検出機構を用いてロータの回転数を測定するようにし、コントローラをインバータに置き換

え、電動機を誘導電動機としたインバータ一体型誘導電動機とすることによって、上記コントローラ一体型電動機と同様の効果を得ることができる。

【0029】

【発明の効果】上記のように、本発明によれば、コントローラ一体型電動機において、ロータとは別の位置検出用磁石を回転軸の反負荷側のエンドブラケットの外側に設けるとともに、位置検出機構をコントローラ部に配置することによって、位置検出用のホールICを電動機内部の高温雰囲気から遠ざけることができ、また、電動機部とコントローラ部を完全に分離可能とすることによって、コントローラ部の修理や交換といったメンテナンスを容易に行うことができるだけでなく、コントローラ部をケースとICホルダとエンドブラケットで完全に密閉した構造にすることができ、信頼性が増し、環境や出力による制限を受けることなく使用することが可能となる。

【0030】また、同じく本発明によれば、前記コントローラ一体型電動機において、位置検出機構に用いる位置検出用磁石の配置場所や固定方法を様々な形態に変えることによって、メンテナンス性や信頼性を向上させるとともに、無駄なスペースを省くことが可能となる。

【0031】また、同じく本発明によれば、前記コントローラ一体型電動機において、位置検出機構にエンコーダを使用して、サーボ制御等のより高精度な制御を必要とする電動機に使用した場合も、同様の効果を得ることが可能となる。

【0032】また、同じく本発明によれば、前記コントローラ一体型電動機において、位置検出機構を用いて回転数を測定し、インバータを制御して誘導電動機を運転することができ、同様の効果を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるコントローラ一体型電動機の第1の実施の形態を説明する部分断面図による側面図。

【図2】本発明によるコントローラ一体型電動機の第1の実施の形態を説明する拡大断面図。

【図3】本発明によるコントローラ一体型電動機の第1の実施の形態におけるコントローラ基板形状および配置を説明するコントローラ部断面図。

【図4】本発明によるコントローラ一体型電動機の第1の実施の形態におけるICホルダの形状および配置を説明するコントローラ部断面図。

【図5】本発明によるコントローラ一体型電動機の第2の実施の形態におけるコントローラ基板形状および配置を説明するコントローラ部断面図。

【図6】本発明によるコントローラ一体型電動機の第3の実施の形態を説明する部分断面図。

【図7】本発明によるコントローラ一体型電動機の第4の実施の形態を説明する部分断面図。

【図8】本発明によるコントローラ一体型電動機の第5

9

の実施の形態を説明する部分断面図。

【図9】本発明によるコントローラ一体型電動機の第6の実施の形態を説明する部分断面図。

【図10】本発明によるコントローラ一体型電動機の第7の実施の形態を説明する部分断面図。

【図11】本発明によるコントローラ一体型電動機の第8の実施の形態を説明する部分断面図。

【図12】本発明によるコントローラ一体型電動機の第9の実施の形態を説明する部分断面図。

【図13】位置検出機構を有する電動機のシステム構成例を示すブロック図。

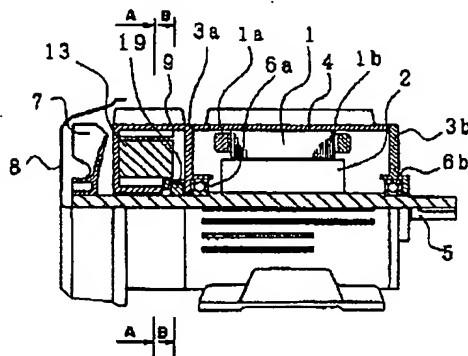
【図14】従来の位置検出機構を有する電動機の構成を示す部分断面図による側面図。

【図15】従来の位置検出機構を有する電動機の他の構成を示す部分断面図による側面図。

【符号の説明】

- 1 ステータ（固定子）
- 1a 固定子巻線
- 1b 固定子鉄心
- 2 ロータ（永久磁石式回転子）
- 3a 反負荷側のエンドブラケット
- 3b 負荷側のエンドブラケット
- 4 ハウジング
- 5 回転軸

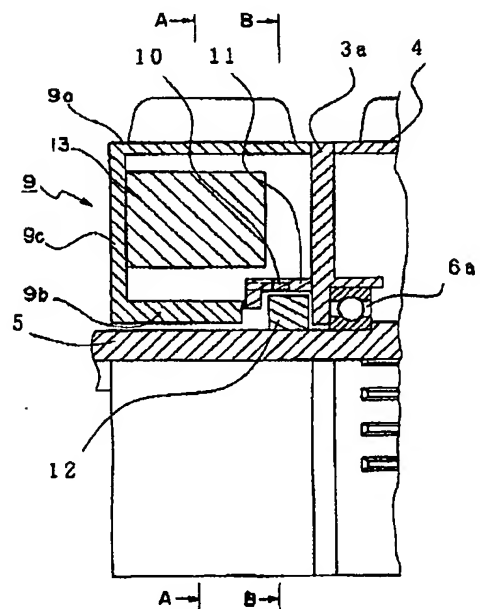
【図1】



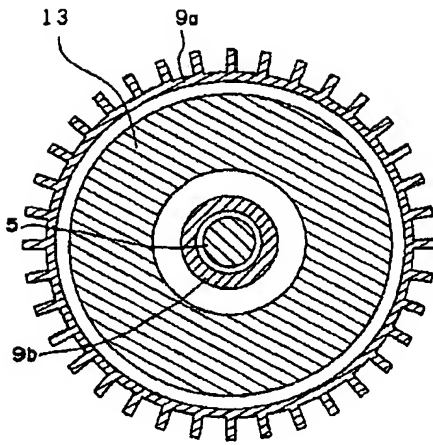
10

- 5a キー溝
- 6a 反負荷側軸受（ボールベアリング）
- 6b 負荷側軸受（ボールベアリング）
- 7 外扇
- 8 エンドカバー
- 9 ケース
- 9a 外側円筒
- 9b 内側円筒
- 9c 底板
- 10 ホールIC
- 11 ICホルダ
- 12 位置検出用磁石
- 13 コントローラ
- 13a コントローラ基板
- 14 交流電源
- 15 コントローラ部
- 16 電動機
- 17 コンバータ部
- 18 インバータ部
- 19 位置検出機構
- 20 エンコーダ用回転円盤
- 21a フォトダイオード
- 21b フォトトランジスタ

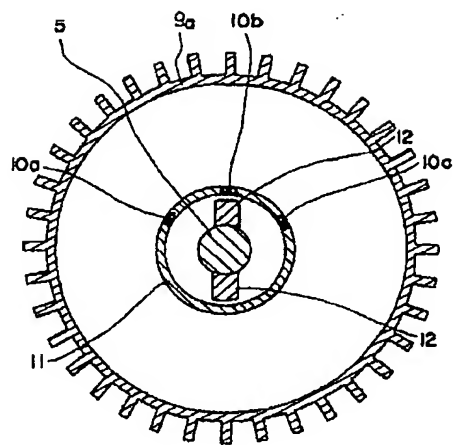
【図2】



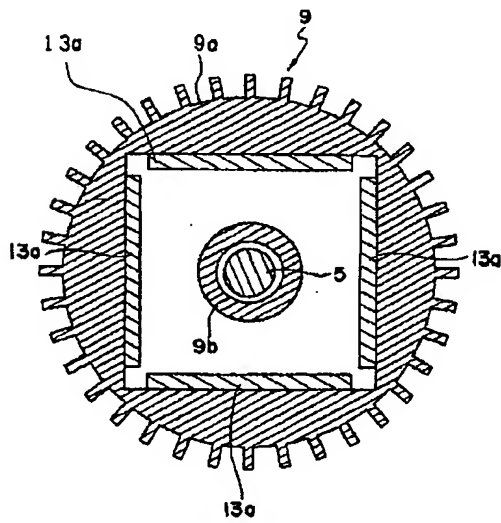
【図3】



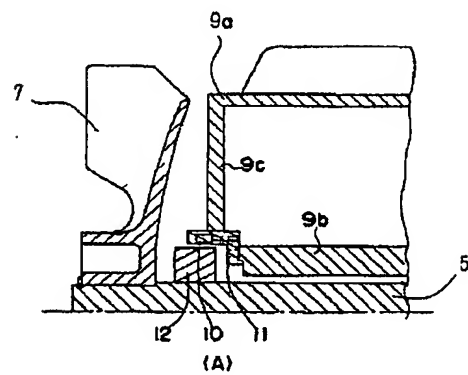
【図4】



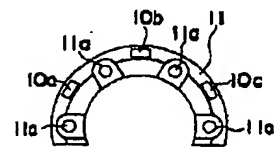
【図5】



【図6】

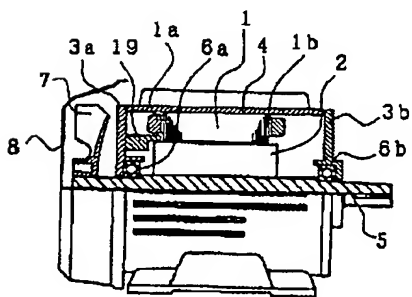


(A)

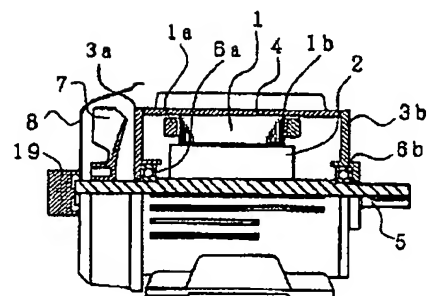


(B)

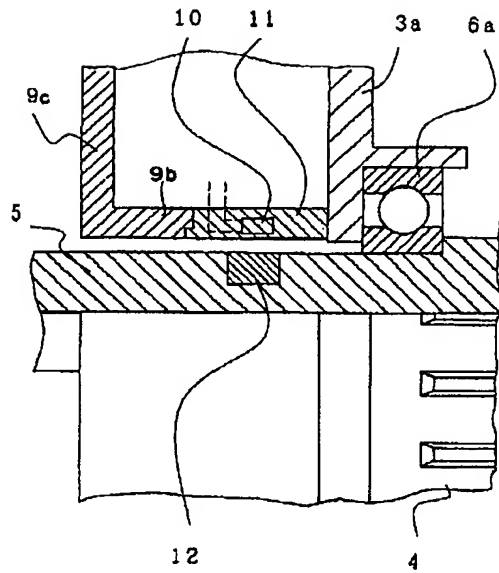
【図14】



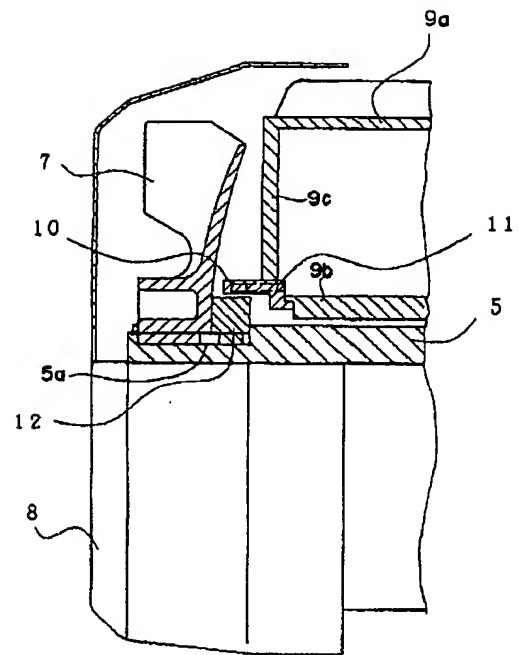
【図15】



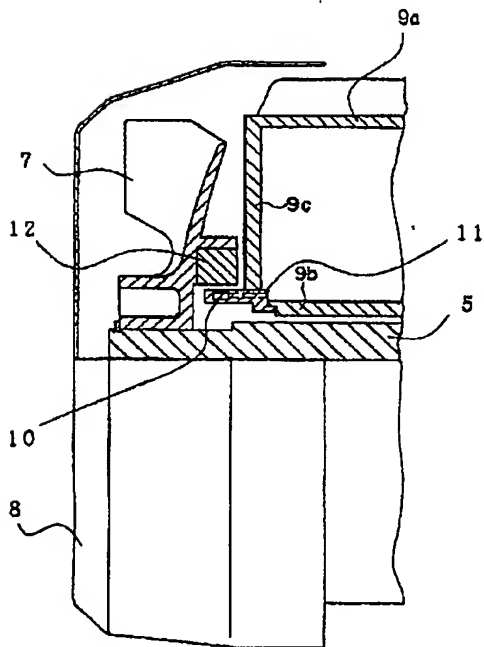
【図 7】



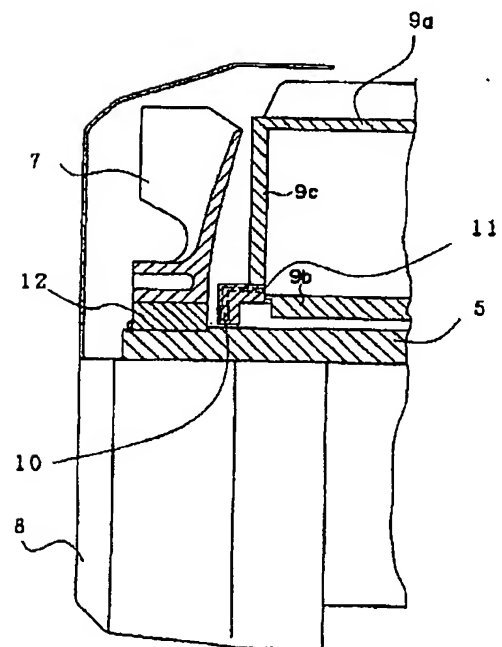
【図 8】



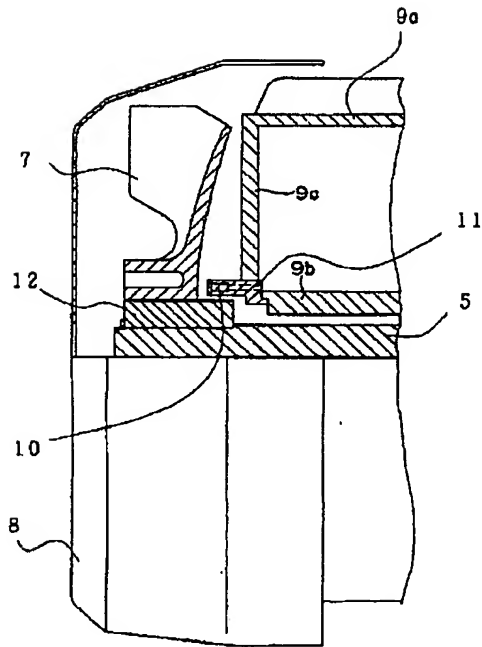
【図 9】



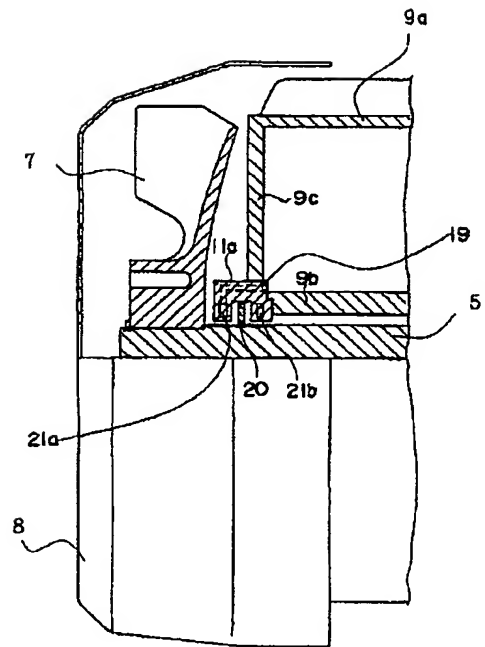
【図 10】



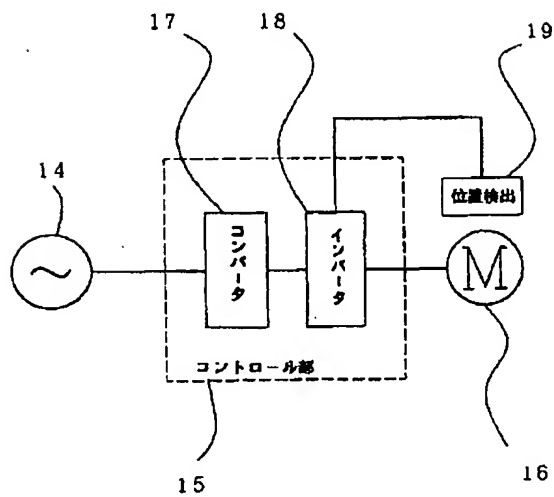
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 関根 昭裕  
千葉県習志野市東習志野7丁目1番1号  
株式会社日立製作所産業機器事業部内

(72)発明者 川島 琢也  
千葉県習志野市東習志野7丁目1番1号  
株式会社日立製作所産業機器事業部内